

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO  
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE UN ECOTIPO DE  
TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.), EN EL  
DISTRITO DE LAMAS - REGIÓN SAN MARTÍN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**EDWINK SADI MEJÍA DÍAZ**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO  
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE UN ECOTIPO DE  
TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.), EN EL  
DISTRITO DE LAMAS - REGIÓN SAN MARTÍN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
EDWINK SADI MEJIA DIAZ**

**TARAPOTO- PERÚ  
2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

**TESIS**

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO  
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE UN ECOTIPO DE  
TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.), EN EL  
DISTRITO DE LAMAS - REGIÓN SAN MARTÍN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
EDWINK SADI MEJIA DIAZ**

**Comité de Tesis**



---

**Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María**  
**Presidente**



---

**Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez**  
**Secretario**



---

**Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz**  
**Miembro**



---

**Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera**  
**Asesor**

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>6</b>
3.1. El cultivo del tomate	6
3.1.1. Origen	6
3.1.2. Clasificación taxonómica	6
3.1.3. Características morfológicas	6
3.1.4. Morfología de la planta	7
3.1.5. Fenología del cultivo de tomate	7
3.1.6. Estadios fenológicos	8
3.1.7. Requerimientos edafoclimáticos	8
3.1.8. Fertilización de micronutrientes	9
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>21</b>
4.1. Materiales	21
4.1.1. Ubicación del campo experimental	21
4.1.2. Antecedentes del campo	21
4.1.3. Vías de acceso	22
4.1.4. Características edafoclimáticas	22
4.2. Metodología	23
4.2.1. Diseño experimental	23
4.2.2. Conducción del experimento	25
4.2.3. Labores culturales	28
4.2.4. Variables evaluadas	28

<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>30</b>
5.1.	Altura de planta (cm)	30
5.2.	Número de racimos florares	31
5.3.	Número de flores por racimo	32
5.4.	Diámetro del fruto	33
5.5.	Longitud del fruto	34
5.6.	Peso del fruto (g)	35
5.7.	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	36
5.8.	Análisis económico	37
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIONES</b>	<b>38</b>
6.1.	De la altura de planta	38
6.2.	Del número de racimos florares	40
6.3.	Del número de flores por racimo	42
6.4.	Del diámetro del fruto	45
6.5.	De la longitud del fruto	47
6.6.	Del peso del fruto	49
6.7.	Del número de frutos cosechados por planta	51
6.8.	Del rendimiento	52
6.9.	Del análisis económico	54
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>56</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>57</b>
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>58</b>
	<b>RESUMEN</b>	
	<b>SUMMARY</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1: Datos Meteorológicos	22
Cuadro 2: Características físicas y químicas del suelo	23
Cuadro 3: Micronutrientes y tratamientos estudiados 2014	23
Cuadro 4: Tratamientos en estudio	24
Cuadro 5: ANVA Altura de Planta (cm)	30
Cuadro 6: ANVA Número de racimos florales	31
Cuadro 7: ANVA Número de flores por racimos	32
Cuadro 8: ANVA Diámetro del fruto (cm)	33
Cuadro 9: ANVA Longitud del fruto (cm)	34
Cuadro 10: ANVA Peso del fruto (g)	35
Cuadro 11: ANVA Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	36
Cuadro 12: Costos de producción, rendimiento y relación Beneficio	37

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Págs.

Gráfico 1:	Altura de planta (cm)	30
Gráfico 2:	Número de racimos florales	31
Gráfico 3:	Número de flores por racimo	32
Gráfico 4:	Diámetro del fruto (cm)	33
Gráfico 5:	Longitud del fruto (cm)	34
Gráfico 6:	Peso del fruto (g)	35
Gráfico 7:	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	36

## ÍNDICE DE FOTOS

Págs.

Foto 1:	Preparación y siembra de almácigo	25
Foto 2:	Preparación del terreno y mullido	26
Foto 3:	Parcelado	26
Foto 4:	Incorporación de fertilizante	26
Foto 5:	Siembra en campo definitivo	27

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico, debido a que su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Los tomates presentan una amplia aceptación y preferencia por sus cualidades gustativas y la posibilidad de su amplio uso en estado fresco o elaborado en múltiples formas, por lo que constituye una de las principales hortalizas que se cultivan en el mundo. Es una fuente rica en antioxidantes, debido al alto contenido que presenta en las vitaminas C y E y la presencia de carotenos. La vitamina C, además interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. También favorece la absorción del hierro de los alimentos y aumenta la resistencia frente las infecciones (<https://answers.yahoo.com/question/index?qid=20080220185500AA0A3EM>).

Para su fomento y promoción el cultivo en zonas tropicales requiere de una temperatura media que oscila entre 20 y 30°C, temperaturas medias superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de las variables climáticas. La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%.

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, aunque prefiere suelos



suelos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados.

La presencia de residuos tóxicos provenientes de los pesticidas y fertilizantes minerales aplicados en exceso a los cultivos agrícolas puede provocar anomalías a la salud humana, lo que ha conllevado que a escala internacional se haya generado todo un movimiento tendiente a mejorar su calidad biológica, a través del uso de los recursos naturales disponibles en los agroecosistemas (FAO, 2004). En la actualidad existe una tendencia casi generalizada en buscar constantemente alternativas a los sistemas de producción que se emplean en el campo de la agricultura con el fin loable de elevar los rendimientos de los cultivos, además de provocar un aumento en la disponibilidad de alimentos para la población creciente de la humanidad, aumenta el interés por atenuar la contaminación del ambiente.

Una alternativa es la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas, debido a que es una práctica que se ha extendido a escala mundial, por la mínima contaminación del ambiente que conlleva y los resultados son satisfactorios; por la reducción del uso de los fertilizantes sintéticos como vía de nutrición de las plantas debido a que mejoran las características cualitativas de los vegetales consumidos por el hombre (Tourat, 2000). Los tomates producidos orgánicamente tienden a producir concentraciones altas de vitamina C, licopeno y bajas concentraciones de nitratos (Worthington, 2001). Además, otros resultados

señalan que los productos orgánicos contienen menor concentración de plaguicidas que los convencionales (Chen, 2005).

Actualmente en la región San Martín, se viene fomentando y promocionando varios abonos orgánicos por diferentes empresas comercializadoras y uno de los abonos orgánicos que ha estado siendo fuertemente impulsado es la aplicación de **Micromate Calcium Fortified** que en su contenido presentan una serie de macronutrientes secundarios y micronutrientes (Cu, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu) y cuya objetividad en los cultivos, es fortalecer e incrementar los procesos fisiológicos y metabólicos, implicando más que todo en incrementar los rendimientos y dándole la calidad necesaria. En la región no existen investigaciones realizadas en los cultivos hortícolas.

Por otra parte, se ha observado en los horticultores del distrito de Lamas, fuertes limitaciones en el manejo y conducción del cultivo de tomate, principalmente por la falta de una nutrición adecuada y creemos conveniente que evaluando diferentes dosis de **Micromate Calcium Fortified** en el cultivo de un ecotipo de tomate según las condiciones agroecológicas de la localidad de Lamas, sería una alternativa muy importante en el desarrollo del cultivo y se podría determinar la dosis adecuada y que sea determinante en el incremento del rendimiento y facilite mayor beneficio costo hacia el horticultor de nuestra región.

El ecotipo de tomate a estudiar presenta las siguientes características según Pinedo (2013): es de forma esférica de color rojo pequeño, de un diámetro promedio de 2-3 mm de diámetro, con una altura promedio de 202.25 cm., con un promedio de

racimos florales por planta de 60.8 racimos, con 9,64 flores por racimo, con un diámetro promedio de 3.09 cm de, con 2,73 cm de longitud promedio del fruto, 2.85 gramos de peso promedio del fruto, con 392.34 frutos cosechados por planta, 6.73 ramas por planta y con un rendimiento de 31,037.19 kg.ha<sup>-1</sup>

## **II. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo general**

- Determinar la dosis más adecuada del fertilizante granulado (Micromate Calcium Fortified) a base de microelementos compuesto por (Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu,) en el cultivo del ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill,) bajo condiciones de la localidad de Lamas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis del fertilizante granulado (Micromate Calcium Fortified) a base de micro elementos (Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu,) en el cultivo de un ecotipo de Tomate (*Lycopersicum esculentum*.).
- Realizar el análisis económico para cada tratamiento.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 El cultivo del tomate**

##### **3.1.1 Origen**

Muchos no definen exactamente la originalidad del tomate, pero según Van Haeff (1990), describe que el tomate se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, es posible que México fue donde se domesticó, por la facilidad de crecimiento en los huertos.

##### **3.1.2 Clasificación Taxonómica**

Según Hunziker (1979) la clasificación taxonómica del tomate es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Simpétalae

Orden: Tubifloras (tubiflorae)

Familia: Solanáceas

Género: *Lycopersicum*

Especie: *esculentum*. L. Mill

##### **3.1.3 Características morfológicas**

Van Haeff (1981), sostiene que, en el hábito de crecimiento se puede distinguir dos tipos; los determinados y los indeterminados. La planta determinada es el tipo arbustivo de porte bajo pequeño y de producción

precoz. Recaracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice. La planta indeterminada crece hasta una altura de dos metros o más, según el empalado que se aplique. El crecimiento vegetativo es continuo y de acuerdo a su velocidad de crecimiento y desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan algunos. Para la producción mecanizada se prefieren las variedades del tipo determinado, que son bajas o arbustivos.

#### **3.1.4 Morfología de la planta**

Infoagro (2003), manifiesta que el tomate es una planta perenne de porte arbustivo. En cuanto a su sistema radicular posee raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Las hojas son pinnado hendidas y emiten un olor fuerte característicos dispuestas de forma alternativa sobre el tallo. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), las que son de color amarillo. El fruto es una baya que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos.

#### **3.1.5 Fenología del cultivo de tomate**

El periodo vegetativo del tomate comprende para la región San Martín 90 días aproximadamente, los estados fenológicos y la duración promedio de cada una es como sigue:

Emergencia : 5 dds

Trasplante : 25 dds

Floración : 20 ddt

Fructificación : 45 ddt

### **3.1.6 Estadios Fenológicos**

Panizo (1998), nos presenta los siguientes estadios fenológicos del cultivo de tomate:

- A. Emergencia:** El cotiledón se hace visible sobre la superficie del suelo
- B. Estado vegetativo:**
  - a) Cotiledones completamente desenvueltos
  - b) Dos primeras hojas desarrolladas
  - c) Formación de hojas, ramas y aumento de volumen de la planta
- C. Inicio de la floración:** Yema floral y primera inflorescencia visibles
- D. Floración:** Apertura de las primeras flores
- E. Fructificación:** Formación de frutos. El primer fruto ha alcanzado su forma y tamaño correspondiente a la variedad estudiada.

### **3.1.7 Requerimientos edafoclimáticos**

Van Haeff (1988), nos dice que el cultivo de tomate, no resiste heladas, puede producir en un rango de temperaturas de 16 a 26°C, siendo la óptima de 18 a 21°C. Para conseguir un desarrollo óptimo del cultivo de tomate es necesario que se produzca alternancia de temperatura, siendo de especial interés el valor de la temperatura nocturna, sobre todo durante la fructificación.

Las temperaturas óptimas diurna y nocturna para el desarrollo del tomate, en germinación es de 18 – 25°C, en crecimiento es de 18 – 25°C y 15°C en floración de 22 – 25°C y 13 – 17°C y en fructificación de 25°C y 18°C, respectivamente (Nicho, 1993; Trillas Editorial, 1998).

La humedad relativa del aire tiene gran interés sobre todo durante la dehiscencia polínica y la consiguiente polinización, siendo la más adecuada entre 55 y 60%. Sin embargo, un clima húmedo con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75% es poco apropiada para el tomate (Anderlini, 1996; Trillas Editorial, 1998).

Respecto a suelos, el tomate no es una planta exigente, creciendo en las más variadas condiciones y aunque prefiere los suelos profundos y con buen drenaje, su sistema radicular poco profundo le permite adaptarse a los suelos pobres y de poca profundidad con tal de que tenga asegurado un buen drenaje. Sin embargo es medianamente tolerable a la acidez y a la salinidad.

Maroto (1983), menciona que los suelos más apropiados son los que presentan textura franco – arenoso, retentivos, con buen drenaje y con pH entre 5, 5 – 6, 8.

### **3.1.8 Fertilización de micronutrientes**

Micromate® Calcium Fortified es una mezcla química granular balanceada de micronutrientes para ser aplicada directamente al suelo o mezclado con los fertilizantes nitrogenados, fosfatados o potásicos que se aplican a la siembra



para obtener mayores rendimientos, mejor calidad y mayor vida post-Cosecha de los productos (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Este producto, es producido a través de un proceso especial que proporciona a los cultivos los micronutrientes necesarios cuando estos más lo necesitan durante su ciclo de vida (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Micromate ® ha sido fabricado con óxido de tamaño coloidal y tratándolos con ácidos sulfúricos durante el proceso de granulación para convertir un 50% de los óxidos en sulfatos y con ello proveer de micronutrientes para el crecimiento de las planta, en el momento que estas las requieren, originando además durante su descomposición un medio ácido que incrementa la disponibilidad y asimilación de otros micro elementos presentes en la solución suelo (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Cada vez más es necesario el incorporar micronutrientes a las mezclas de fertilizantes. Los actuales tamaños de partículas de los micronutrientes con varios porcentajes de niveles de estos materiales provocan cuestionamientos sobre la uniformidad de la aplicación al suelo cuando son mezclados con grandes cantidades de los fertilizantes básicos. La uniformidad de la aplicación es cuestionable debido a que el número y el tamaño de los gránulos de los micronutrientes mezclados son relativamente pequeños

comparados con los gránulos de los fertilizantes (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Micromate® Calcium Fortified ha minimizado este problema con la incorporación de los micronutrientes en un material granular primario homogéneo el cual puede ser empleado en las mezclas. Mediante este procedimiento, un material primario granular es producido conteniendo los micronutrientes con un tamaño de partículas similar a los de los fertilizantes básicos empleados en la mezcla y reduciendo así la segregación de partículas de forma que se uniformiza las aplicaciones de fertilizantes ya sea en forma manual o mecanizada (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

### **Efectos de la aplicación de Micromate® Calcium Fortified a los cultivos**

- Incrementa los rendimientos y la calidad de los cultivos.
- Rinde productos agrícolas con excelentes propiedades para el transporte y el almacenamiento.
- Dosifica la entrega a la planta de elementos menores cuando ésta la necesita.
- Restituye los micronutrientes que son retirado del suelo por las cosechas.
- Reduce la pérdida de los micronutrientes en suelos porosos propiciando un mejor uso de los nutrientes aplicados y residuales en el suelo (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

## Dosis y recomendaciones de uso

Formas de aplicación	Dosis
En surco	Aplique de 25 a 50 kg.ha <sup>-1</sup> .
Al voleo	Aplique de 50 a 100 kg.ha <sup>-1</sup>
En árboles y Frutales	Aplique de 100 a 250 g.árbol <sup>-1</sup> o 100 kg.ha <sup>-1</sup>

## Propiedades físicas del producto

Apariencia y Olor	:	Gránulos de color oscuro y sin olor.
Condición Física	:	Granulada
Tamaño de Malla	:	Tamiz Europeo 90% 4 mm + 2 mm
Numero de tamaño	:	SGN # 230
Contenido de Humedad	:	2% con agua libre
Metales solubles en agua	:	Aproximadamente el 50% del contenido total del metal.
Envase	:	Bolsa de polietileno de alta densidad, de 25 Kg de capacidad.
Clasificación de peligrosidad:		No combustible

## Composición química

Calcio-----	10%
Magnesio-----	6%
Azufre-----	5%
Zinc-----	3%
Hierro-----	2%
Manganeso-----	1.5%

Boro-----1%

Cobre-----0.3%

(<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

## **Funciones de estos nutrientes en la planta**

### **➤ Funciones del Calcio (Ca):**

- El Promueve el alargamiento celular.
- Toma parte en la regulación estomática.
- Participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes.
- Fortalece la estructura de la pared celular - el calcio es una parte esencial de la pared celular de las plantas. Este forma compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares de las células.
- Participa en los procesos enzimáticos y hormonales.
- Ayuda a proteger la planta contra el estrés de temperatura alta - el calcio participa en la inducción de proteínas de choque térmico.
- Ayuda a proteger la planta contra las enfermedades - numerosos hongos y bacterias secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales.
- Investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de invasión de patógenos.
- Afecta a la calidad de la fruta.

([www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas](http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas)).

➤ **Funciones del magnesio (Mg):**

- El magnesio es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, y constituye el núcleo de la molécula de clorofila, pigmento de las hojas que se necesita para realizar la fotosíntesis en presencia de la luz solar.
- La fotosíntesis, a su vez, permite la absorción de nutrientes.
- El magnesio, entonces, contenido en la clorofila, fomenta la absorción y transporte de fósforo.
- Ayuda en el almacenamiento de los azúcares dentro de la planta, indispensable en los procesos de formación de carbohidratos, aceites y grasas.
- Es el activador más común de enzimas asociadas con el metabolismo energético. Además, es el activador de más enzimas que cualquier otro elemento nutritivo, especialmente enzimas respiratorias y otras que actúan sobre sustratos fosforilados como el ATP.
- Es asimilado en el proceso fisiológico de la absorción del Dióxido de Carbono.
- En forrajes de baja concentración, el magnesio, menos del 0,2 por ciento en base seca, está relacionada con la enfermedad del ganado conocida como hipomagnesemia.
- Por otra parte, el magnesio le imparte a las plantas resistencia al ataque de enfermedades.

- El magnesio, en combinación con el nitrato de amonio y calcio, viene siendo comercializado como fertilizante granular.
- Esta presentación le concede al fertilizante ventajas que no se consiguen con otro y situándolo como un magnífico aliado para la fertilización nitrogenada en la mayoría de los cultivos (<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-497697>).

➤ **Funciones del azufre (S):**

- El azufre es necesario, junto con el fósforo y el nitrógeno para la formación de las proteínas. Ayuda a la formación de las proteínas y al desarrollo de las vitaminas y enzimas. Las plantas lo absorben del suelo en forma de sulfato  $\text{SO}_4$ .
- El azufre contribuye a la formación de las raíces y a la producción de las semillas. Consigue que las plantas sean más resistentes al frío y que puedan crecer con más fuerza.
- El azufre se hace particularmente importante en algunas plantas que lo consumen en cantidades muy elevadas como las leguminosas en general, las coles u otras crucíferas, las cebollas o los ajos.
- El azufre en las plantas puede proceder de la atmósfera y se incorpora al suelo a través de la lluvia. Igualmente procede del humus en forma de azufre orgánico que las bacterias mineralizan para que pueda ser absorbido por la planta. Una cantidad elevada procede de los fertilizantes potásicos (N-P-K). En cantidades menores procede del estiércol o del agua de riego. Se puede añadir azufre puro al suelo

que es transformado por las bacterias (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>).

➤ **Funciones del zinc (Zn):**

- El zinc participa en la formación de las auxinas, un grupo de hormonas vegetales que controla el crecimiento vegetal, <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>.
- La nutrición con Zinc en plantas parece jugar un rol relacionado a la resistencia a sales en plantas de tomate y otras especies. Un suministro adecuado de zinc (Zn) mejora la tolerancia a estrés salino, posiblemente, afectando la integridad estructural y controlando la permeabilidad hacia la membrana celular de las raíces. Una nutrición adecuada de Zn reduce significativamente la absorción de Na por las raíces en condiciones salinas ([http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate\\_2014.pdf](http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate_2014.pdf)).

➤ **Funciones del hierro (Fe):**

- El hierro es fundamental para que se pueda formar la clorofila, el hierro de las plantas procede del suelo y de la aplicación de fertilizantes (sulfato de hierro y quelatos) (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>).
- El hierro tiene como función principal activar las enzimas a fin de formar la protoclorófila. Si el hierro no está presente predominan el caroteno y la xantofila lo que hace que las hojas de las

plantas presenten un color amarillento también conocido como clorosis foliar.

- Otras consecuencias de la falta de hierro es en casos muy graves la total caída de hojas, tallos cortos y curvados con falta de fuerza, presentan una apariencia raquítica, no fructifican, es decir ni dan flores ni frutos, y si dan algún fruto estos presentan un aspecto céreo. (<http://uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Hierro.htm>).

➤ **Funciones de manganeso (Mn):**

- El manganeso es absorbido por la planta como  $Mn^{2+}$ , tanto por la raíz como por las hojas.
- Dada su capacidad de cambiar de estado de oxidación, participa en numerosos sistemas enzimáticos de óxido-reducción como la superóxido dismutasa.
- Participa en la Fotosíntesis, formando parte de la mangano-proteína responsable de la fotólisis del agua y producción de  $O_2$ .
- Interviene en la síntesis de proteínas, ya que participa en la asimilación del amonio ( $NH_4^+$ ).
- Puede sustituir al Mg como co-factor en sistemas enzimáticos relacionados con reacciones redox, descarboxilaciones, hidrólisis y la transferencia de energía.
- Regula el metabolismo de los ácidos grasos.
- Fomenta la formación de raíces laterales.



- Activa el crecimiento, influyendo el crecimiento alargador de las células.
- Convierte los nitratos que forman las raíces en formas que la planta pueda utilizar.
- Este microelemento está incluido en metaloproteínas, que actúan como co-factores de ciertas reacciones enzimáticas. Lo mismo que el  $Mg^{2+}$ , el  $Mn^{2+}$  actúa como ión puente entre el ATP y el complejo enzimático; este es el caso de las fosfoquinasas y las fosfotransferasas.
- El manganeso también interviene de forma específica en la actividad hidroxilamina reductasa, dentro de la fase de la reducción de los nitratos y en actividad ácido indol acético oxidasa.
- La función metabólica del manganeso que está más documentada, es el transporte de electrones en la Fotosíntesis: dentro del fotosistema II, para efectuar la fotólisis del agua, se precisan cuatro átomos de manganeso, que se reducen cediendo cuatro electrones a cada unidad del pigmento P680 (<http://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta.shtml#ixzz3YsMbAc9J>).

#### ➤ **Funciones del boro (B):**

- Contribuye a la formación de los carbohidratos y resulta esencial para el desarrollo de las semillas y del fruto.
- Interviene en la división celular.
- Polinización y fructificación.

- Translocación, empleo de azúcares y otros productos del metabolismo vegetal.
- Resistencia de los tejidos.
- Fijación simbiótica del nitrógeno por las leguminosas.
- Resistencia al frío y a las enfermedades. La carencia del boro dificulta el desarrollo de los ápices meristemáticos, tanto radicales como epigeos (ramas y hojas), pues el boro es indispensable para la síntesis de uracilo, una base nitrogenada presente en el ADN y el ARN. Por tanto, la carencia de boro inhibe la síntesis de proteínas y la formación de células nuevas, la división celular no se completa satisfactoriamente y se forman tejidos irregulares y deformes que desorganizan los vasos (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>; <http://www.quiminet.com/articulos/funciones-del-boro-en-las-plantas-26668.htm>).

➤ **Funciones del cobre (Cu):**

- El cobre es muy importante para el crecimiento vegetal, el cobre activa ciertas enzimas y forma parte del proceso de formación de la clorofila. Ayuda en el metabolismo de las raíces y consigue que las plantas utilicen mejor las proteínas.
- El cobre es un micronutriente importante. La deficiencia de este pudiera conducir a problemas tales como el marchitamiento prematuro de las hojas, el resquebramiento de estas y el color amarillento de estas.

- Dependiendo de que tipo de plantación se trate las consecuencias de la falta de cobre podrá variar. Por ejemplo, en los árboles frutales se ve afectada la coloración de las hojas y además estas se caen de sus bases.
- En las plantas de cereales, la falta de cobre da como resultado una desfloración completa. Como consecuencia una gran cantidad de flores se pierden y quedan esparcidas por el suelo.
- Estas son en líneas generales las consecuencias por la deficiencia de cobre. Según el tipo de cultivo irá variando en menor medida. No obstante, el exceso de cobre influye negativamente también.
- El exceso de cobre (más de 300 mg en el suelo) también tiene malas consecuencias. Principalmente se ve en las raíces pues estas pierden fuerza, toman una tonalidad oscura y dejan de crecer completamente, lo que trae como consecuencia la muerte de la planta.
- Es ideal abonar la tierra con fertilizantes a base de cobre a fin de ayudar al crecimiento de las plantas y evitar que plagas e insectos ataquen a los cultivos. Si usted trabaja de cultivador, la buena salud de sus plantas redundará en un beneficio económico y si lo hace por hobby o por el gusto de tener un bello jardín, podrá disfrutar del maravilloso paisaje que logrará su esfuerzo y dedicación (<http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/>).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1 Ubicación del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Fundo Hortícola "El Pacífico", de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, en el Distrito y provincia de Lamas.

##### **Ubicación geográfica:**

Latitud Sur	: 06° 20' 15''
Longitud Oeste	: 76° 30' 45''
Altitud	: 835 m.s.n.m.m.

##### **Ubicación política**

Fundo	: Pacífico
Provincia	: Lamas
Distrito	: Lamas
Región	: San Martín

#### **4.1.2 Antecedentes del campo**

En el Fundo Hortícola "El Pacífico", se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veinte años.

### 4.1.3 Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 9.5 Km. de la ciudad de Tarapoto.

### 4.1.4 Características edafoclimáticas

#### a. Características climáticas

Ecológicamente el trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T) (Holdridge, 1970). En el Cuadro 2 se muestran los datos meteorológicos, reportados por SENAMHI (2014), a partir del mes de marzo a Junio de 2014.

**Cuadro 1: Datos meteorológicos**

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Marzo	23.4	228.1	87.0
Abril	23.2	137.1	87.0
Mayo	23.8	80.8	85.0
Junio	23.4	61.9	86.0
Total	93.8	507.9	345.0
Promedio	23.45	126.97	86.25

Fuente: SENAMHI (2014).

#### b. Características edáficas

Las condiciones de textura del Fundo Hortícola “El Pacífico” es Franco Arenoso a arena franca, con un pH catalogado como ligeramente ácido, la materia orgánica está en un nivel bajo, el fósforo disponible y potasio es alto. Los resultados descritos se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2: Características físicas y químicas del suelo**

Elementos		Tratamientos					Rango
		T1	T2	T3	T4	T5	
pH		6.42	6.45	6.45	6.41	6.35	Ligeramente ácido
Mmhos/cm		0,17	0,188	0,226	0,182	-	No hay problemas en sales
M.O. %		1.44	1.24	1.27	1.5	1,94	Bajo
N (%)		0.072	0.062	0.064	0.075		Bajo
P (ppm)		107	113	112.0	112.00	23.94*	Alto, *Bajo
K (ppm)		327.4	305.7	330.4	317.2	120.49 *	Alto*Medio
Análisis Físico (%)	Arena (%)	64.6	72.6	68.6	74.6	58.4	-
	Limo (%)	30.2	19.2	22.2	18.2	26.8	-
	Arcilla (%)	5.2	8.2	9.2	7.2	18.4	-
	Clase textural	F.A	F,A	A.F	A,F	F:A:A	-
C:I:C: (meq)		14.05	14.04	13.50	13.63	6.32	
Análisis químico (meq/100 g)	Ca++	10.72	10.77	10.30	10.24	12.3	Bajo
	Mg++	2.05	2.09	2.15	2.24	2.78	Bajo
	Na+	0.44	0.40	0.2	0.34		Bajo
	K+	0.837	305.74	0.845	0.811	0.32	bajo
	Al + H	0.000	0.000	0.000	0.000		-

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2014).

Equivalencia = 1 mmhos/cm = 1000  $\mu$ s/cm

**Cuadro 3: Micronutrientes y tratamientos estudiados 2014.**

Micron.	T1		T2		T3		T4		T5	
	ppm	Niveles	ppm	Niveles	ppm	Niveles	ppm	Niveles	ppm	Niveles
Fe	2.1	Bajo	2.5	Adec.	1.54	Bajo	1.78	Bajo	-	-
Mn	2.75	Adec.	2.12	Adec.	1.8	Adec	3	Adec.	-	-
Zn	1.92	Adec.	2.23	Adec	1.56	Adec.	1.55	Adec	-	-
Cu	0.32	Bajo	0.28	Bajo	0.8	Bajo	0.45	Bajo	-	-
B	1.25	Adec.	0.95	Adec.	1.96	Adec.	1.65	Adec	-	-

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2014).

## 4.2 Metodología

### 4.2.1 Diseño experimental

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones.

**Cuadro 4: Tratamientos en estudio**

Tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	25 Kg.ha <sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified
2	T2	50 Kg.ha <sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified
3	T3	75 Kg.ha <sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified
4	T4	100 Kg.ha <sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified
5	T0	Testigo

El procesamiento de datos se realizó utilizando el programa estadístico SPSS 19, el cual determina la significancia con el P-valor a niveles de confianza de 0.01 y 0.05 para el análisis de varianza y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan con una  $P \leq 0.05$  para identificar diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos.

#### a. Campo experimental

##### **Bloques**

Nº de bloques	: 03
Ancho	: 13.0 m
Largo	: 16.0 m
Área total del bloque	: 208.00 m <sup>2</sup>
Separación entre bloque	: 0.5 m.

### **Parcela**

Ancho	: 4.0 m
Largo	: 5.0 m
Área	: 20.0 m <sup>2</sup>
Área neta	: 4.0 m <sup>2</sup>

Dónde:

El distanciamiento de siembra fue: 0.75 m. x 1.20 m.

## **4.2.2 Conducción del experimento**

### **a. Preparación y siembra del almácigo**

Se realizó en bandejas almacigueras de 192 celdas usando sustrato de algas marinas con perlita, colocando una semilla por celda, permaneciendo en estos envases por un espacio de 21 días. En la foto 1, se muestran la preparación y siembra de almácigo.



Foto 1: Preparación y siembra de almácigo

### **b. Limpieza del terreno**

Se utilizó machete y lampa para eliminar las malezas.



**c. Preparación del terreno y mullido**

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor. Seguidamente se niveló las parcelas con la ayuda de un rastrillo. En la foto 2 se muestra la preparación de terreno y mullido.



Foto 2: Preparación del terreno y mullido

**d. Parcelado e incorporación de fertilizante**

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques, cada uno y con sus respectivos cinco tratamientos, para luego proceder la aplicación del fertilizante granulado en cada tratamiento, con las dosis determinadas, mezclándolo con un rastrillo un día antes del trasplante.



Foto 3: Parcelado



Foto 4: Incorporación de fertilizante

**e. Muestreo de suelo**

Esta actividad se realizó antes y después tomando diferentes muestras en forma de zig zag para luego llevar la muestra al laboratorio de la UNSM-T, FCA.

**f. Siembra en campo definitivo**

La siembra se realizó previo almácigo en bandejas almacigueras con sustratos, efectuándose el 01 de Marzo de 2014 y luego de estar veinte días en la fase de almácigo, se realizó la siembra en campo definitivo el 21/03/14, utilizando un distanciamiento de 1.2 metro entre fila y 0.75 m entre plantas. Los frutos fueron recolectados de la Comunidad de Aviación, distrito de San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas, obteniéndose las semillas. En la foto 5: se muestra, la siembra en campo definitivo.



Foto 5: Siembra en campo definitivo

### **4.2.3 Labores culturales**

Se realizaron las siguientes labores:

**a. Control de maleza**

Se realizó tres desmalezados cada 30 días en forma manual durante el periodo del trabajo de investigación en cada control.

**b. Riego**

Se efectuó de manera continua por el método de aspersión y de acuerdo a la incidencia de las lluvias.

**c. Cosecha**

Se realizó cuando el tomate alcanzó su madurez fisiológica, entre los 90-110 días. La cosecha se realizó de manera manual.

### **4.2.4 Variables evaluadas**

- **Altura de planta (cm)**

Se evaluó, tomando al azar 10 plantas por tratamiento con ayuda de una wincha, tomando mediciones desde la base del tallo hasta el ápice terminal de la planta.

- **Número de racimos florales**

Se evaluó haciendo el conteo de los racimos florales de las 10 plantas seleccionadas al azar hasta el final de la cosecha.

- **Número de flores por racimo**

Se evaluó haciendo el conteo de las flores de cada racimo floral de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Diámetro del fruto (cm)**

Se evaluó al momento de la cosecha el total de los frutos de las 10 plantas seleccionadas al azar con la ayuda de un vernier tomando la medida de la parte media del fruto.

- **Longitud del fruto (cm)**

Se evaluó al momento de la cosecha el total de los frutos con la ayuda de un vernier de las 10 plantas seleccionadas al azar desde la base del fruto hasta la base superior.

- **Peso de fruto por planta y por tratamiento**

Se pesó el total de los frutos de las 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, para lo cual se usó una balanza de precisión para obtener los pesos promedios por planta y tratamiento.

- **Análisis económico**

Se realizó en base a los resultados del rendimiento de cada tratamiento.

La relación Beneficio Costo se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Beneficio Costo = Beneficio Bruto/Costo de producción.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Altura de planta (cm)

Cuadro 5: ANVA para la Altura de planta (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	3494,661	2	1747,331	0,980	0,416 N.S.
Tratamientos	9214,417	4	2303,604	1,292	0,350 N.S.
Error experimental	14264,659	8	1783,082		
Total	26973,737	14			

Promedio = 168.05

C.V. = 25.1%

$R^2 = 47.1\%$

N.S. No significativo

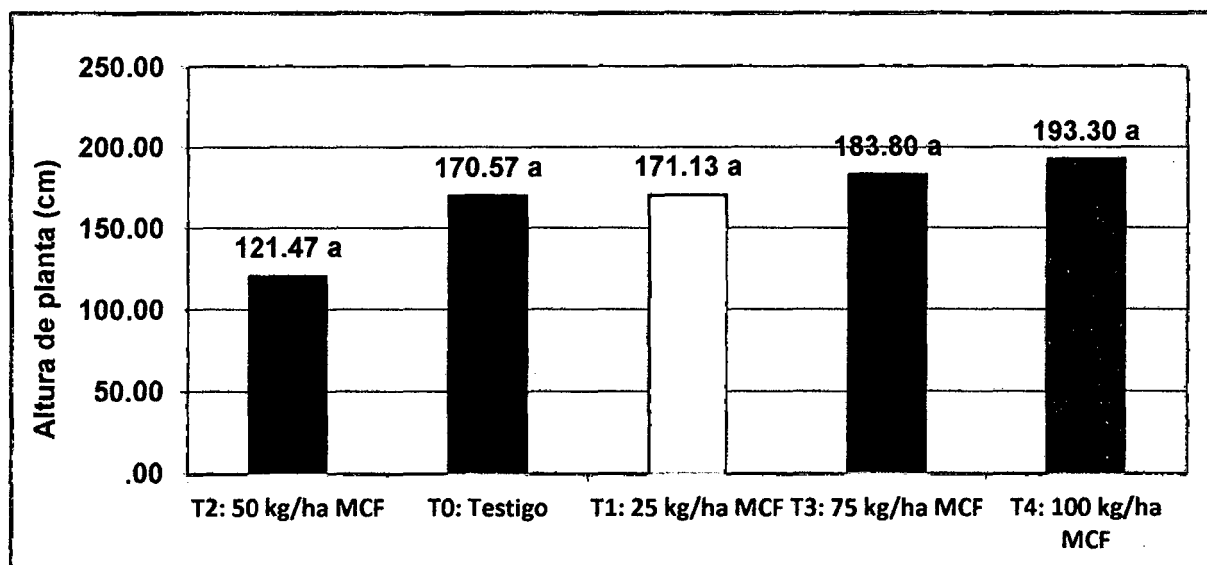


Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de altura de planta por tratamiento

## 5.2 Número de racimos florales (datos transformados por $\sqrt{x}$ )

**Cuadro 6: ANVA para el número de racimos florales**

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,022	2	0,011	2,109	0,184 N.S.
Tratamientos	4,056	4	1,014	192,153	0,000 **
Error experimental	0,042	8	0,005		
Total	4,120	14			

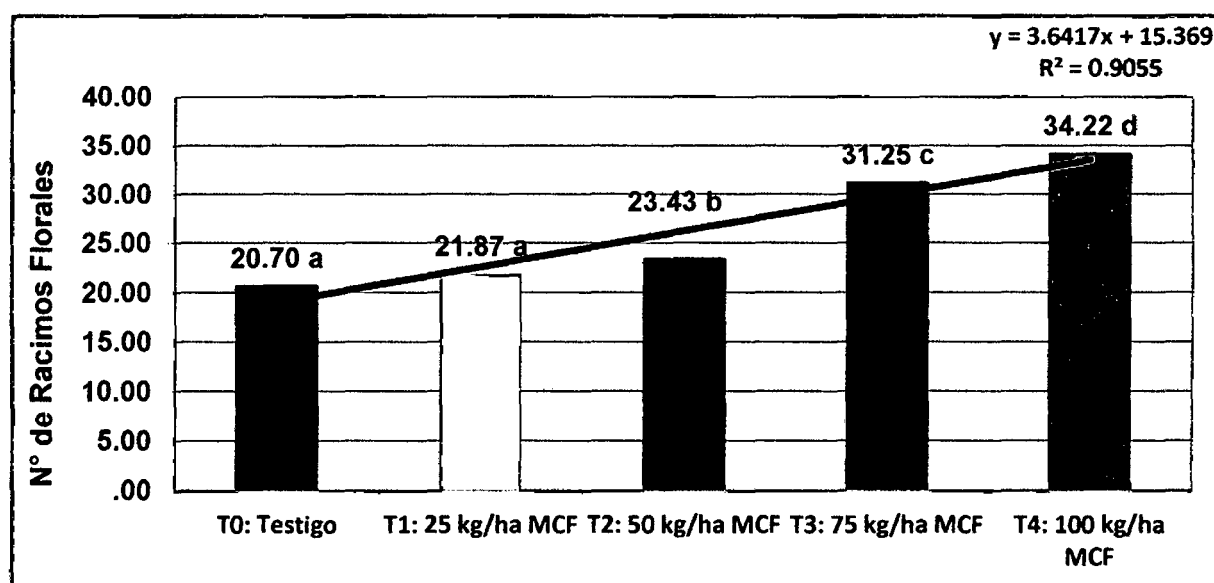
Promedio = 5.1168.05

C.V. = 1.4%

$R^2 = 99.0\%$

N.S. No significativo

\*\*Significativo a un  $P \leq 0.01$



**Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de número de racimos florales por tratamiento**

5.3 Número de flores por racimo

Cuadro 7: ANVA para el Numero de flores por racimo (datos transformados por  $\sqrt{x}$ )

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,004	2	0,002	0,915	0,439 N.S.
Tratamientos	0,309	4	0,077	39,570	0,000 **
Error experimental	0,016	8	0,002		
Total	0,328	14			

Promedio = 2.7

C.V. = 1.7%

R<sup>2</sup> = 95.2%

N.S. No significativo

\*\*Significativo a un P≤0.01

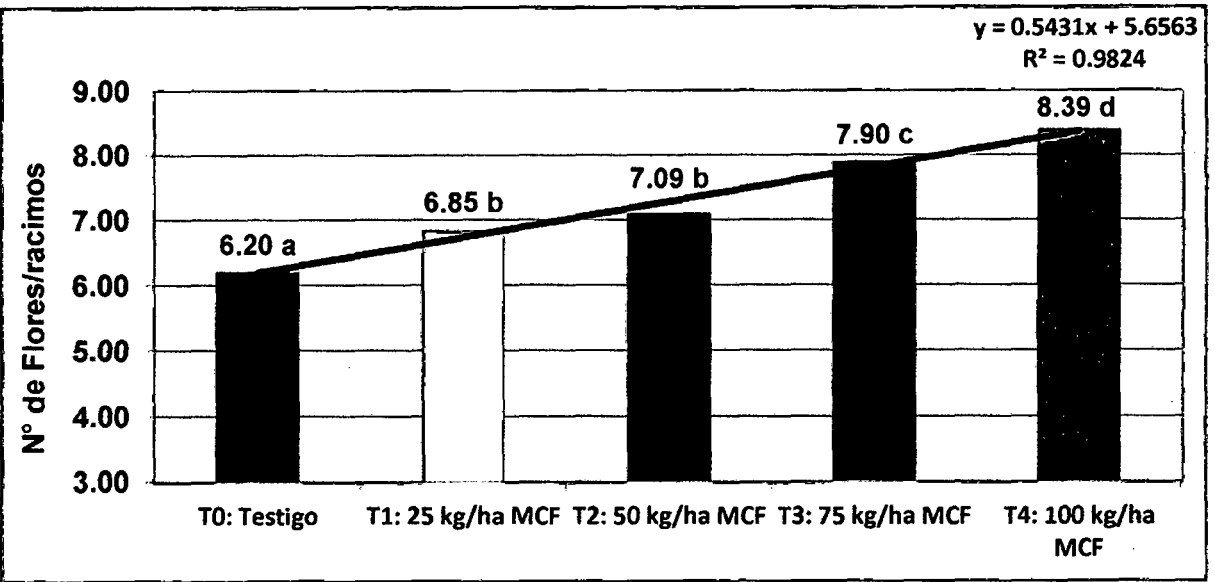


Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P≤0.05) para promedios de número de flores / racimo por tratamiento

5.4 Diámetro del fruto (cm)

Cuadro 8: ANVA para el Diámetro del fruto (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,289	2	0,145	2,425	0,150 N.S.
Tratamientos	8,903	4	2,226	37,302	0,000 **
Error experimental	0,477	8	0,060		
Total	9,669	14			

Promedio = 4.89

C.V. = 5.0%

R<sup>2</sup> = 95.1%

N.S. No significativo

\*\*Significativo a un P≤0.01

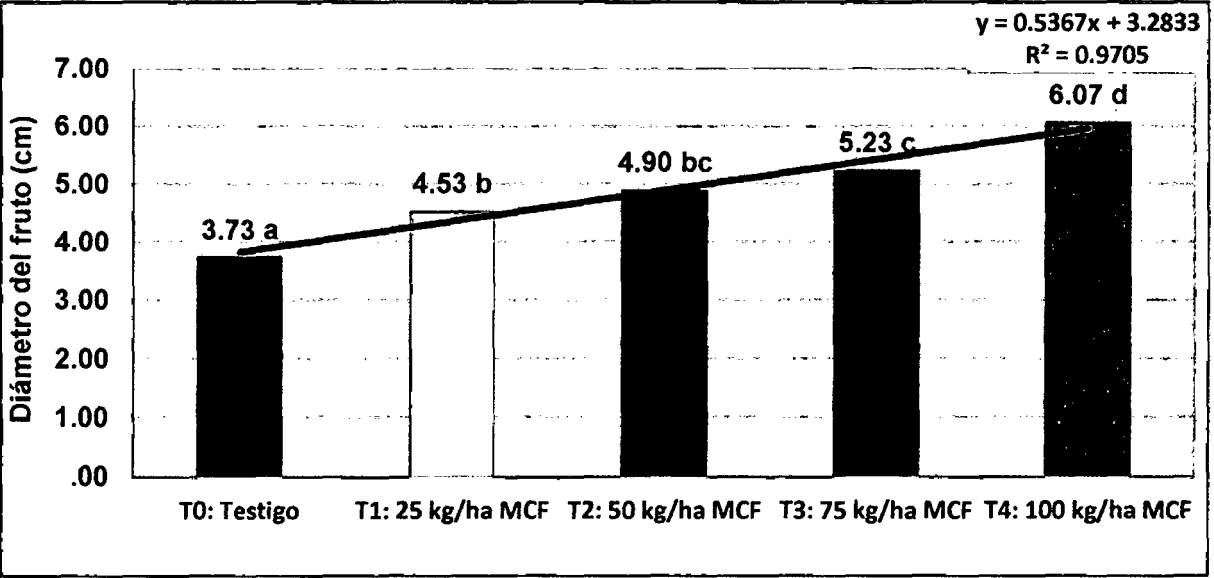


Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P≤0.05) para promedios de diámetro del fruto por tratamiento



5.5 Longitud del fruto (cm)

Cuadro 9: ANVA para la Longitud del fruto (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,196	2	0,098	5,444	0,032 *
Tratamientos	1,396	4	0,349	19,389	0,000 **
Error experimental	0,144	8	0,018		
Total	1,736	14			

Promedio = 3.64

C.V. = 3.7%

R<sup>2</sup> = 91.7%

\*Significativo a una P≤0.05

\*\*Significativo a una P≤0.01

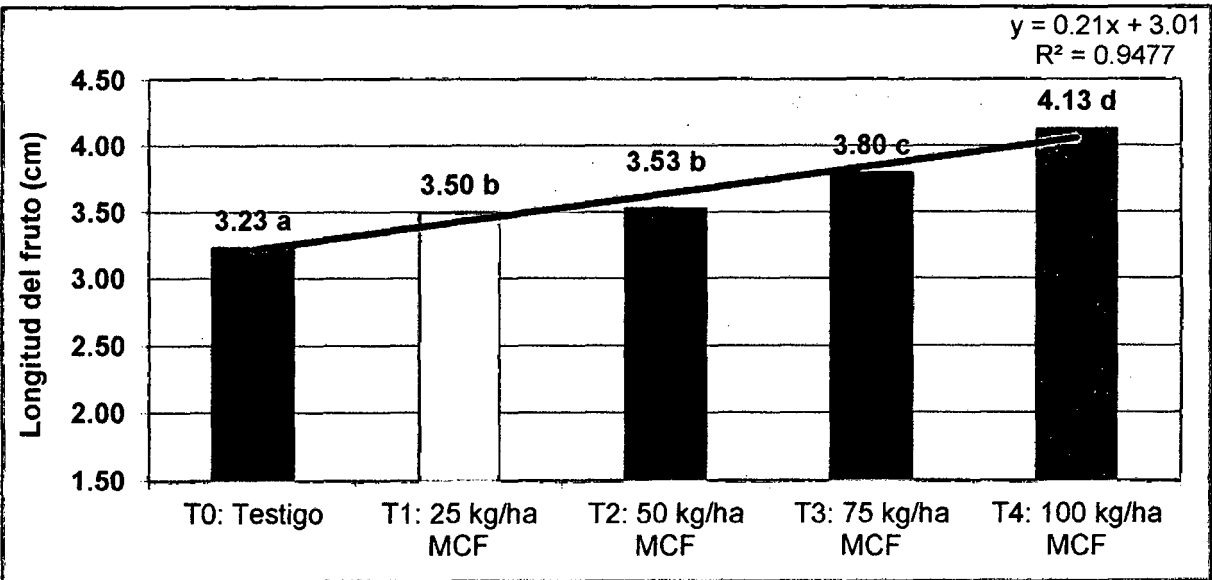


Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P≤0.05) para promedios de longitud del fruto por tratamiento

5.6    Peso del fruto (g)

Cuadro 10: ANVA para el Peso del fruto (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,684	2	0,342	1,700	0,243 N.S.
Tratamientos	22,711	4	5,678	28,224	0,000 **
Error experimental	1,609	8	0,201		
Total	25,004	14			

Promedio = 8.62

C.V. = 5.2%

R<sup>2</sup> = 93.6%

N.S. No significativo

\*\*Significativo a una P≤0.01

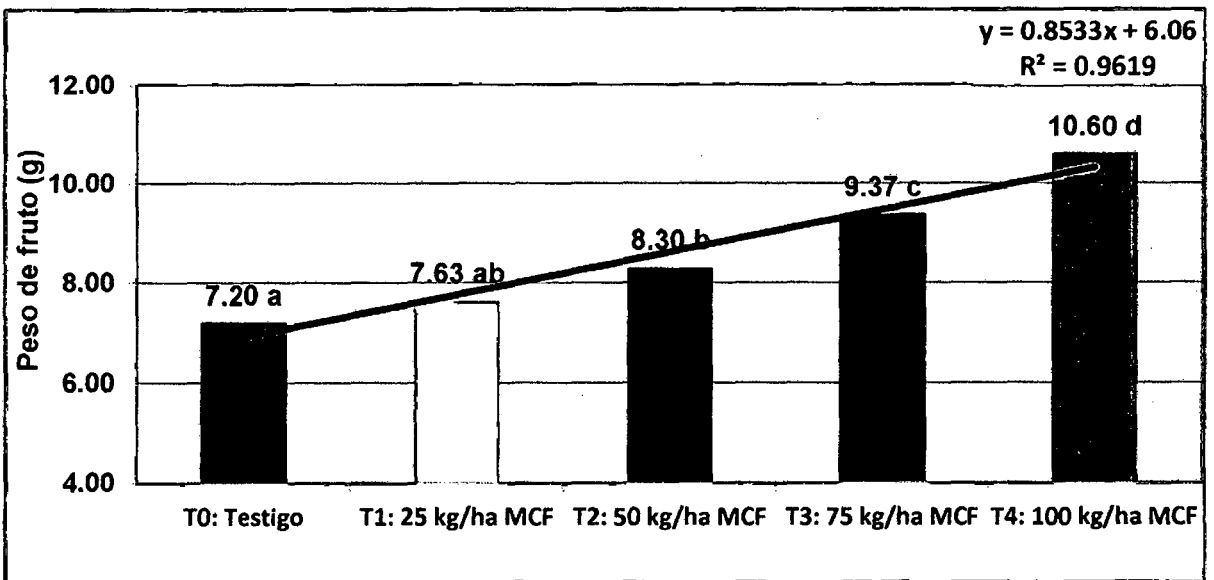


Gráfico 6: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P≤0.05) para promedios de peso del fruto por tratamiento

5.7 Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>)

Cuadro 11: ANVA para el Rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	890285,131	2	445142,565	1,388	0,304 N.S.
Tratamientos	5,971E7	4	1,493E7	46,540	0,000 **
Error experimental	2566103,435	8	320762,929		
Total	6,317E7	14			

Promedio = 6375.83

C.V. = 8.9%

R<sup>2</sup> = 95.9%

N.S. No significativo

\*\*Significativo a un P≤0.01

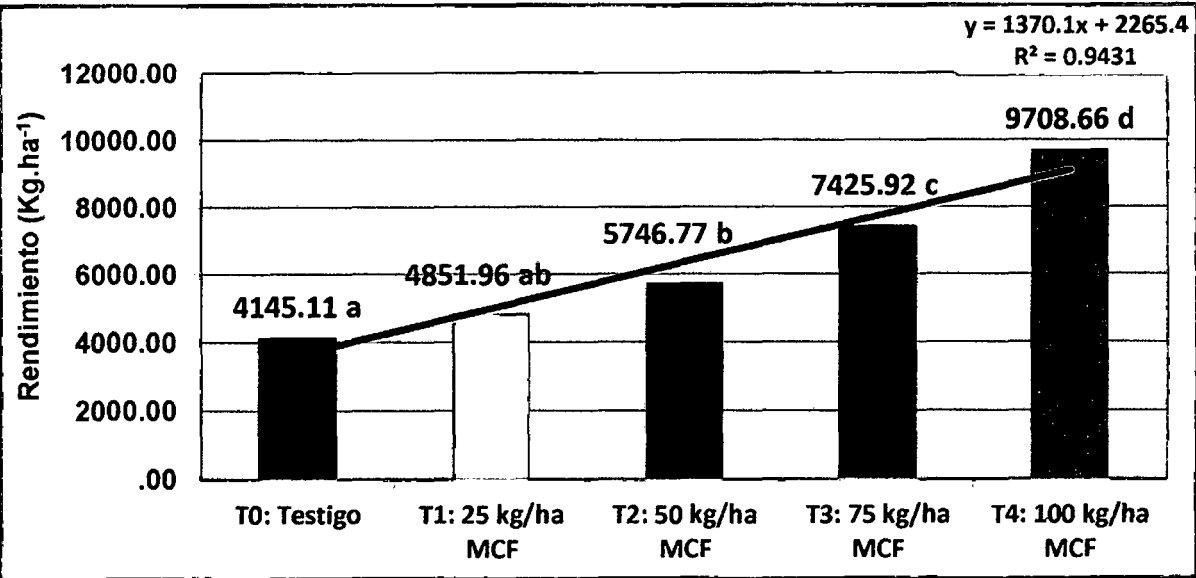


Gráfico 7: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P≤0.05) para promedios de rendimiento por tratamiento

**5.8 Análisis económico**

**Cuadro 12: Costos de producción, rendimiento y relación Beneficio / costo por tratamiento**

Trats	Rdto (t.ha <sup>-1</sup> )	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (test)	4,145.11	6,284.51	0.80	3,316.08	-2,968.43	-0.52
T1 (25 kg.ha <sup>-1</sup> )	4,851.96	6,430.20	0.80	3,881.56	-2,548.64	-0.60
T2 (50 kg.ha <sup>-1</sup> )	5,746.77	6,594.68	0.80	4,597.41	-1,997.27	-0.69
T3 (75 kg.ha <sup>-1</sup> )	7,425.92	6,837.59	0.95	7,054.62	217.03	1.03
T4 (100 kg.ha <sup>-1</sup> )	9,708.66	7,140.87	0.95	9,223.22	2,082.35	1.29

## VI. DISCUSIONES

### 6.1. De la Altura de planta

El análisis de varianza (cuadro 5) para la altura de planta no reveló diferencias significativas entre tratamientos ni entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) sobre la altura de la planta es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 47.1%. Estos resultados son confiables toda vez que el coeficiente de variación (C.V.) con 25.1% es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 1, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto a la altura de planta tampoco determinó diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde los tratamientos T4 ( $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T3 ( $75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T1 ( $25 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T0 (testigo) y T2 ( $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de MCF) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí 193.3 cm, 183.8 cm, 171.13 cm, 170.57 cm y 121.47 cm de altura de planta.

La no diferencia significativa entre todos los tratamientos, mostrada en el gráfico 1, nos indica que fue una respuesta intrínseca propia del ecotipo de tomate utilizado en el presente experimento. Hay una pequeña diferencia numérica con relación a la variable estudiada, y esta diferencia tuvo relación

directa con la aplicación y contenido del fertilizante orgánico Micromate Calcium Fortified (MCF) (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>), aplicado en todos los tratamientos estudiados. Según los resultados del análisis del suelo (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2014) los microelementos del manganeso, zinc y boro tienen un nivel adecuado en los tratamientos aplicados con Micromate Calcium Fortified (MCF). Traduciéndose que el zinc participó en la formación de las auxinas, un grupo de hormonas vegetales que controla el crecimiento vegetal (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>), el manganeso fomentó mayor formación de raíces, influenciando en el crecimiento alargador de las células, y por consiguiente en una mayor absorción de los elementos nutritivos y su participación en la fotosíntesis. Así como en su intervención en la síntesis de la proteína (<http://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta.shtml#ixzz3YsMbAc9J>). El boro también intervino en la división celular, así como en el desarrollo de los ápices meristemáticos tanto radicales como epigeos (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>), fomentando de esta manera, porque razón hubo una similitud de altura de planta en todos los tratamientos estudiados.

A pesar de no haber diferencia significativas en todos los tratamientos con relación a la variable altura de planta, se indica que a dosis de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (MCF), el tratamiento T4 obtuvo la mayor altura de planta con 193.30 cm., característica importante de este ecotipo, debido a

que tiene un crecimiento indeterminado, el resultado obtenido se asemeja a la investigación realizada por Pinedo (2013), quien reporta el mismo ecotipo de tomate estudiado con una altura promedio de 202.25 cm., de altura. Sin embargo Torres (2014), al aplicar 75 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (MCF) en cultivo de tomate usando el híbrido WSX 2205 F-1, obtuvo mayor promedio de altura de planta con 126.5 cm. La menor diferencia obtenida en el híbrido estuvo relacionada porque tiene un crecimiento determinado, siendo una característica inherente propia del híbrido.

## **6.2. Del Número de racimos florales**

El análisis de varianza (cuadro 6) para el número de racimos florales no reveló diferencias significativas entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; en la fuente de variabilidad tratamientos se detectó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) por lo que al menos uno de tratamiento estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) usadas sobre el número de racimos florales es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 99.0%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue muy pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 1.4% la cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 2, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al número de racimos florales

también determinó que existe diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T4 (100 Kg.ha<sup>-1</sup> de MCF) reportó el mayor promedio con 34.22 racimos florales, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (75 Kg.ha<sup>-1</sup> de MCF), T2 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de MCF), T1 (25 kg.ha<sup>-1</sup> de MCF) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 31.25 racimos, 23.43 racimos, 21.87 racimos y 20.7 racimos florales respectivamente.

Las aplicaciones crecientes de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento del número de racimos florales de carácter lineal positivo cuya ecuación resultante fue  $Y = 3.6417x + 15.369$  y una alta relación de correlación (  $r$  ) de 95.15% ( $\sqrt{R^2}$ ) entre la dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) (variable independiente) y el número de racimos florales (variable dependiente).

La planta de tomate, para que exprese su potencial genético de producción y calidad, requiere de condiciones muy específicas durante las diferentes fases de su desarrollo. Si las condiciones del medio ambiente, la nutrición y el abastecimiento de agua son adecuados, lo normal es que la capacidad de la planta sea suficiente para producir un mayor número de flores o de racimos florales (<http://www.guiadelemprendedor.com.ar/cultivo-de-tomates.html>), Según este criterio, creemos que con la aplicación de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (T4) (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>), se



incrementó la disponibilidad nutricional del suelo (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2014), aunado a las condiciones de la incidencia de la temperatura media ( $^{\circ}\text{C}$ ), precipitación total mensual, precipitación total mensual (mm) y humedad relativa (%) de la localidad de Lamas (SENAMHI, 2014), condicionaron para que en la fase de la floración se produjeran una mayor performance fotosintética, incrementándose la cantidad de fotoasimilados, produciendo vigorosidad a la planta e incidiendo más en este proceso para que se incremente el número de racimos florales (34.22) y por consiguiente incida en una mayor viabilidad del polen y polinización y mayor número flores, y frutos.

Los resultados obtenidos indican que aplicando  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Micromate Calcium Fortified (MCF) en el ecotipo de tomate se obtuvo 34.22 racimos florales, siendo este resultado diferente al obtenido por Torres (2014) quien indica que obtuvo mayor promedio con 25.5 racimos florales, usando  $75 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Micromate Calcium Fortified (MCF) con el híbrido WSX 2205 F-1. Se observa que hay diferencia de dosis aplicadas, hay diferencia de racimos de flores el cual estuvo relacionado porque el ecotipo de tomate tiene hábito de crecimiento indeterminado y el híbrido crecimiento determinado.

### **6.3. Del Número de flores por racimo**

El análisis de varianza (cuadro 7) para el número de flores por racimo no reveló diferencias significativas entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; en la fuente de variabilidad tratamientos se detectó diferencias

altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) por lo que al menos uno de tratamiento estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) sobre el número de flores por racimo es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 95.2%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue muy pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 1.7% la cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 3, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al número de flores por racimo también estableció que existe diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T4 ( $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) obtuvo el mayor promedio con 8.39 flores por racimo, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ( $75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T2 ( $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de MCF), T1 ( $25 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 7.9 flores, 7.09 flores, 6.85 flores y 6.2 flores por racimo respectivamente.

Las aplicaciones crecientes de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento del número de flores por racimo de carácter lineal positivo cuya ecuación resultante fue  $Y = 0.5431x + 5.6563$  y una alta relación de correlación ( $r$ ) de 99.1% ( $\sqrt{R^2}$ ) entre la dosis de MCF (variable independiente) y el número de flores por racimo (variable dependiente).

La presente variable según el gráfico 3, nos muestra que el tratamiento T4 (100 kg.ha<sup>-1</sup>) de Micromate Calcium Fortified (MCF) (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>), obtuvo mayor número de flores por racimos (8.39) y estuvo en directa relación con la variable del número de racimos florales y la diferencia obtenida en la presente variable, también es atribuida al efecto de Micromate Calcium Fortified (MCF)

Los resultados obtenidos en el ecotipo de tomate aplicando 100 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (MCF) (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>), en el tratamiento T4, indican que obtuvo el mayor promedio con 8.39 flores por racimo, siendo dicho valor superior a lo reportado por Torres (2014), quién aplicó en el tratamiento (T3) la dosis de 75 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (MCF) (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>), obteniendo el mayor promedio con 5,6 flores en el cultivo de tomate con el híbrido WSX 2205 F-1 en la localidad de Lamas, atribuyéndose dichos resultados a la diferencia del modo de crecer de ambos cultivos; es decir, el ecotipo de tomate tiene un crecimiento indeterminado, crecen más alto, tiene más ramas y flores por lo tanto requerirá de mayores dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF), en comparación con el híbrido WSX 2205 F-1, que tiene hábito de crecimiento en forma determinada.



#### 6.4. Del Diámetro del fruto

El análisis de varianza (cuadro 8) para el diámetro del fruto no reveló diferencias significativas entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; en la fuente de variabilidad tratamientos se detectó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) por lo que al menos uno de tratamiento estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) sobre el diámetro del fruto es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 95.1%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 5.0% el cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 4, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro del fruto también estableció que existe diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T4 ( $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) obtuvo el mayor promedio con 6.07 cm de diámetro del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ( $75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T2 ( $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de MCF), T1 ( $25 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 5.23 cm, 4.9 cm, 4.53 cm y 3.73 cm de diámetro del fruto respectivamente.

En los resultados de la evaluación de esta variable también se observó que las aplicaciones crecientes de las dosis de Micromate Calcium Fortified

(MCF) en comparación al tratamiento testigo, se ajustó a una función de respuesta en el incremento del diámetro del fruto de carácter lineal positivo cuya ecuación resultante fue  $Y = 0.5367x + 3.2833$  y una alta relación de correlación (  $r$  ) de 98.5% ( $\sqrt{R^2}$ ) entre la dosis de MCF (variable independiente) y el diámetro del fruto (variable dependiente).

El mayor diámetro del fruto del tomate obtenido en el tratamiento T4, estuvo relacionado por el efecto y contenido de la aplicación de  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Micromate Calcium Fortified (MCF), principalmente de los micronutrientes de manganeso, zinc y boro, los mismos que contenían un nivel adecuado, así el boro intervino durante la floración y cuajado de frutos ([http://www.infoagro.com/hortalizas/boro\\_nutriente\\_esencial2.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/boro_nutriente_esencial2.htm)). El zinc participó en la formación de las auxinas, un grupo de hormonas vegetales que controló el crecimiento vegetal (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>). El manganeso intervino en numerosos sistemas enzimáticos, así como en la fotosíntesis, responsable de la fotólisis del agua y producción del oxígeno entre otros (<http://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta.shtml#ixzz3YsMbAc9J>) y según el análisis de suelo nos reporta niveles de nitrógeno y potasio alto, los mismos que incidieron en un mayor efecto de Micromate Calcium Fortified (MCF). En resumen, la disponibilidad de nutrientes del suelo, fortaleció a la planta del ecotipo de tomate estudiado, desarrollando un crecimiento estructural, y permitiendo mayor desarrollo de flores y por consiguiente del fruto y en especial del diámetro del fruto.

El mayor promedio de diámetro del fruto obtenido con 6.07 cm, obtenido también es atribuido a que dicho ecotipo tiene un crecimiento indeterminado debido a que el tallo principal y lateral continúan creciendo en un patrón continuo y el número de hojas entre inflorescencias es más o menos constante, esperando el inicio de un mayor número de flores, mayor desarrollo del fruto, explicándonos de esta manera porque requiere de mayores dosis. Sin embargo, Torres (2014), manifiesta que el diámetro del híbrido WSX 2205 F-1, presentan promedios estadísticamente iguales con 5.8 y 5.7 cm en base a la aplicación de 75 y 50 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (MCF); es decir, hay menos desarrollo de la estructura de la planta.

#### **6.5. De la longitud del fruto**

El análisis de varianza (cuadro 9) para el diámetro del fruto reveló diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques si representó su eficiencia en el control del error experimental; en la fuente de variabilidad tratamientos también se detectó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) por lo que al menos uno de tratamiento estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) sobre la longitud del fruto es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 91.7%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 3.7% el cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 5, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto a la longitud del fruto también estableció que existe diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T4 ( $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) obtuvo el mayor promedio con 4.13 cm de longitud del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ( $75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T2 ( $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de MCF), T1 ( $25 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 3.8 cm, 3.53 cm, 3.5 cm y 3.23 cm de longitud del fruto respectivamente.

En los resultados de la evaluación de esta variable también se observó que las aplicaciones crecientes de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento de la longitud del fruto de carácter lineal positivo cuya ecuación resultante fue  $Y = 0.21x + 3.01$  y una alta relación de correlación ( $r$ ) de 97.3% ( $\sqrt{R^2}$ ) entre la dosis de MCF (variable independiente) y la longitud del fruto (variable dependiente).

Según los resultados del análisis de suelo (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2014), nos indica que el mayor incremento de la longitud del fruto del ecotipo de tomate estuvo relacionado con la mayor disponibilidad de nutrientes y buenas condiciones climáticas registrado durante el desarrollo del cultivo, principalmente del registro de la temperatura media y disponibilidad de agua (SENAMHI, 2014), fueron aptas para el desarrollo de una mayor performance fotosintética y desarrollo adecuado de los mecanismos de

protección, incidiendo en un incremento de las reacciones enzimáticas, que propició a la planta mayor vigorosidad a la planta, mayor crecimiento de la longitud del fruto en plantas tratadas del tratamiento T4, con 100 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (MCF).

El efecto de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de Micromate Calcium Fortified (MCF) en el tratamiento T4, propicio mayor incremento de la longitud del fruto con 4.13 cm, resultado superior a lo obtenido por Pinedo (2014), quien reporta una longitud promedio del fruto de 2,73 cm.

#### **6.6. Del peso del fruto**

El análisis de varianza (cuadro 10) para el peso del fruto no reveló diferencias significativas entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; en la fuente de variabilidad tratamientos sí se detectó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) por lo que al menos uno de tratamiento estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) sobre el peso del fruto es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 93.6%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 5.2% el cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 6, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al peso del fruto también



estableció que existe diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T4 (100 Kg.ha<sup>-1</sup> de MCF) obtuvo el mayor promedio con 10.6 g de peso del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (75 Kg.ha<sup>-1</sup> de MCF), T2 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de MCF), T1 (25 Kg.ha<sup>-1</sup> de MCF) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 9.37 g, 8.3 g, 7.63 g y 7.2 g de peso del fruto respectivamente.

Los resultados de la evaluación de esta variable también determinó que las aplicaciones crecientes de las dosis de MCF en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función a la respuesta del incremento de peso del fruto de carácter lineal positivo cuya ecuación resultante fue  $Y = 0.8533x + 6.06$  y una alta relación de correlación (  $r$  ) de 98.1% ( $\sqrt{R^2}$ ) entre la dosis de MCF (variable independiente) y el peso del fruto (variable dependiente).

Es indudable que el tomate es una planta exigente en nutrientes, requiere de una alta disponibilidad de macro y micronutrientes. En el Tratamiento (T4), según los resultados del análisis de suelo (Laboratorio de Suelo de la FCA-UNSM-T, 2014) indican que tanto el fósforo, como el potasio se encuentran en un nivel alto, siendo el nitrógeno en un nivel bajo. El manganeso, zinc y boro se encuentran en un nivel adecuado. Todas estas características de los macro y micronutrientes del suelo, proporcionaron mayor disponibilidad de nutrientes necesarios para que en el tratamiento (T4) se incremente el peso del fruto y por consiguiente redunde en un mayor rendimiento del cultivo.

Así mismo se indica que durante el desarrollo del cultivo no se ha notado que los tallos del ecotipo de tomate investigado sean delgados o erguidos, ni las hojas inferiores presenten un color pálido, notándose una mínima cantidad de flores caídas, o que el fruto tenga un tamaño pequeño.

#### **6.7. Del Número de frutos cosechados por planta**

El análisis de varianza (cuadro 11) para el número de frutos cosechados por planta no reveló diferencias significativas entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; en la fuente de variabilidad tratamientos sí se detectó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) por lo que al menos uno de tratamiento estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) sobre el número de frutos cosechados por planta es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 94.7%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 2.64% el cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 7, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al número de frutos cosechados por planta también estableció que existe diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T4 (100 Kg.ha<sup>-1</sup> de MCF) obtuvo el mayor promedio con 82.15 frutos cosechados por planta, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (75 Kg.ha<sup>-1</sup> de

MCF), T2 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de MCF), T1 (25 Kg.ha<sup>-1</sup> de MCF) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 71.46 frutos, 62.3 frutos, 57.3 frutos y 51.84 frutos cosechados por planta respectivamente.

Los resultados de la evaluación de esta variable también determinó que las aplicaciones crecientes de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento del número de frutos cosechados por planta de carácter lineal positivo cuya ecuación resultante fue  $Y = 7.477x + 42.58$  y una alta relación de correlación (  $r$  ) de 98.56% ( $\sqrt{R^2}$ ) entre la dosis de MCF (variable independiente) y el número de frutos cosechados por planta (variable dependiente).

#### **6.8. Del rendimiento**

El análisis de varianza (cuadro 12) para el rendimiento no reveló diferencias significativas entre los bloques, lo que quiere decir que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; en la fuente de variabilidad tratamientos sí se detectó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) por lo que al menos uno de tratamiento estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto de la acción de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) sobre el rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> es explicada por el Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) en un 95.9%. Estos resultados son confiables toda vez el coeficiente de variación (C.V.) con 8.9% el cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

El gráfico 8, respecto a la Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) para los promedios de tratamientos respecto al rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$  también estableció que existe diferencias significativas entre promedios de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T4 ( $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) obtuvo el mayor promedio con  $9,708.66 \text{ kg.ha}^{-1}$  de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ( $75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T2 ( $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de MCF), T1 ( $25 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de  $7,425.92 \text{ kg.ha}^{-1}$ ;  $5,746.77 \text{ kg.ha}^{-1}$ ;  $4,851.96 \text{ kg.ha}^{-1}$  y  $4,145.11 \text{ kg.ha}^{-1}$  de rendimiento respectivamente.

Los resultados de la evaluación de esta variable también determinó que las aplicaciones crecientes de las dosis de Micromate Calcium Fortified (MCF) en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento del rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$  de carácter lineal positivo cuya ecuación resultante fue  $Y = 1370.1x + 2265.4$  y una alta relación de correlación ( $r$ ) de  $97.16\%$  ( $\sqrt{R^2}$ ) entre la dosis de MCF (variable independiente) y el rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$  (variable dependiente).

Todas las variables estudiadas respondieron significativamente con la mayor dosis de Micromate Calcium Fortified aplicado a plantas tratadas con  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  en el tratamiento T4, cuyo efecto se viabilizó en la obtención de un mayor rendimiento del cultivo con  $9,708.66 \text{ kg.ha}^{-1}$ . No siendo concordante este resultado con lo reportado por Pinedo (2014), quien indica que obtuvo un rendimiento de  $31,037 \text{ kg.ha}^{-1}$ . La diferencia del rendimiento obtenido por

Pinedo (2014) estuvo relacionada porque realizó tres cosechas en comparación con el presente experimento, que fue de sola cosecha.

Torres (2014), también realizó su trabajo de investigación con diferentes dosis de Micromate Calcium Fortified en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) usando el híbrido WSX 2205 F-1, en la provincia de Lamas y encontró mayor respuesta en el incremento del rendimiento con dosis de 75 kg.ha<sup>-1</sup> obteniendo 135,996.44 kg.ha<sup>-1</sup>. La diferencia obtenida de dicho híbrido, estuvo relacionada por el tamaño y peso del fruto, trayendo como consecuencia de que se incremente el rendimiento.

Se asume que a mayores dosis de Micromate Calcium Fortified se haya desarrollado un equilibrio nutricional en el presente cultivo, facilitando que se incremente el rendimiento.

#### **6.9. Del Análisis económico**

En el análisis económico de los tratamientos (cuadro 13), se presentan los tratamientos, rendimientos en kg.ha<sup>-1</sup>, costos de producción (S/.), precio actual en mercado por kilogramo del producto (S/.), beneficio bruto y neto (S/.) y la relación Beneficio/Costo obtenido por tratamiento. El precio actual estimado y al por mayor en el mercado local fue de S/. 0.80 Nuevos Soles para frutos de menor tamaño y de S/. 0.95 Nuevos Soles para frutos de mayor tamaño.

Se observa que el T4 ( $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) alcanzó al mayor valor B/C con 1.29 y un Beneficio neto de S/.2,082.35 Nuevos Soles generándose ganancias económicas y que los tratamientos T3 ( $75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF), T2 ( $50 \text{ Kg.ha}^{-1}$  MCF), T1 ( $25 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de MCF) y T0 (testigo) obtuvieron valores de la relación B/C con 1.03, -0.69, -0.60 y -0.52 y beneficios netos de S/. 217.03, S/. 217.03, S/. -1,997.27 y S/. -2,968.43 Nuevos Soles, respectivamente.

## VII. CONCLUSIONES

- 7.1. Con la aplicación de  $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de Micromate Calcium Fortified (MCF) (T4) en plantas del ecotipo de tomate se consiguió el mayor promedio de rendimiento con  $9,708.66 \text{ kg.ha}^{-1}$ , el mayor Beneficio/Costo con 1.29, repercutiendo en un mayor Beneficio neto de S/. 2,082.35 Nuevos Soles, respectivamente.
- 7.4. El efecto de la aplicación las dosis crecientes de Micromate Calcium Fortified (MCF) en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento del rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$ , número de frutos cosechados por planta, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, número de flores por racimo y número de racimos florales de carácter lineal positivo definido por la ecuación de la línea recta y altas relaciones de correlación (  $r$  ) desde 95.15% hasta 99.1% entre la dosis de MCF (variable independiente) y las variables indicadas (variables dependientes).

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Para el cultivo de tomate, las condiciones de suelo y clima del lugar de ejecución del trabajo de investigación, se recomienda:

- 8.1.** La aplicación de  $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de Micromate Calcium Fortified por que con esta dosis se obtuvo mejores rendimientos y la máxima rentabilidad.
- 8.2.** Ensayar en investigaciones futuras con dosis mayores a  $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de Micromate Calcium Fortified, con el objetivo de determinar la máxima dosis de aplicación en la cual se obtenga buenos rendimientos y máximas rentabilidades.
- 8.3.** Ensayar dosis similares de Micromate Calcium Fortified en otras épocas del año, condiciones de suelo y clima en la Provincia de Lamas



## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Andelini, R. 1996. El cultivo del tomate. Ed. Ceac, S.A Bailona – España. 108 pp
2. Chen, C. M. (2005). Organic fruit and vegetables: potential health benefits and risks. Nutrition Noteworthy 7 (1) article 2. <http://repositories.cdlib.org/uclabiolchem/nutritionnoteworthy/vol7/iss1/art2>. (Consulta: febrero 20, 2005). 763 págs. Sinauer Associates Inc. ISBN: 0-87893-189-9.
3. FAO. 2004. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico. Manual para multiplicadores. Roma, 2004. 246 p.
4. Infoagro, 2003. El tomate. <http://infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.
5. Hunziker, A. T. (1979). South American Solanaceae: a Synoptic Survey. En: "Hawkes, J. G., Lester, R. N.; Skelding, A. D. (Eds). The Biology and Taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York & London": p. 49-85.
6. Holdridge, L. (1985). Ecología Basada en zonas de Vida". Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
7. Maroto, J. 1983. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi – Prensa. Pág. 315 – 348.
8. Nicho, J. 1993. Informe anual del Centro de investigaciones K. M. Huaraz. Lima – Perú. 76p.
9. Panizo, C. 1998. Estrategias para el manejo integrado de las enfermedades de hortalizas. 191 – 209 Págs.

10. Pinedo, T. L. L. 2013. Estudio comparativo de cuatro ecotipos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Lamas. Para optar título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad nacional de San Martín-Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias. 54 Págs.
11. Torres (2014). "Dosis de fertilizante granulado a base de micro elementos en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) híbrido wsx 2205 f-1, en la provincia de lamas". San Martín, Perú.
12. Trillas Editorial. 1998 Manuales para la educación agropecuaria tomates. 54 pág.
13. Tourat, A. P. 2000. Time for compost tea in the northwest. BioCycle 41: 74-77.
14. Van Haeff. 1988. Tomates. Editorial Trillas. Séptima edición. México. 54 p
15. Van Haeff J. N. (1990): Tomates. Segunda Edición. Editorial Trillas. México, 54 Págs. <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30g643.pdf>.
16. Van Haeff, J. N. M. 1981. Tomates. Manuales para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas S.A. México 54 pág.
17. Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. J. Altern. Complementary Medicine 7: 161-173.

### LINKOGRAFÍA

1. <https://answers.yahoo.com/question/index?qid=20080220185500AA0A3EM>).
2. <http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>.
3. [www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas](http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas).

4. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-497697>.
5. <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>.
6. <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>.
7. [http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate\\_2014.pdf](http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate_2014.pdf).
8. <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>.
9. <http://uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Hierro.htm>.
10. <http://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta.shtml#ixzz3YsMbAc9J>.
11. <http://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta.shtml#ixzz3YsMbAc9J>.
12. <http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/>.

## RESUMEN

La presente Investigación tuvo como objetivo de evaluar y determinar cuál de las dosis Micromate Calcium Fortified incide en el rendimiento y beneficio económico del cultivo del ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo condiciones de la localidad de Lamas. La investigación fue realizada en los terrenos del Fundo “El Pacífico” de propiedad del señor Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado políticamente en el distrito de distrito, provincia de Lamas, Región San Martín. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloque Completo al azar (DBCA) con tres repeticiones y cinco tratamientos. Para el análisis de la información obtenida se utilizó el Software estadístico SPSS19, el cual determina diferencias significativas a través del P-valor a una  $P < 0,01$  y  $P < 0,05$  en el análisis de varianza (ANVA) y la Prueba Duncan con una  $P < 0,05$  de probabilidad. Los tratamientos evaluados fueron: T1 ( $25 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), T2 ( $50 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), T3 ( $75 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), T4 ( $100 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) de Micromate Calcium Fortified y T0 (Testigo). Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (cm), número de racimos florales, número de flores/racimo, diámetro del fruto (cm), longitud del fruto (cm), peso de fruto por planta y por tratamiento, análisis económico. Los resultados obtenidos indican que la dosis de  $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de Micromate Calcium Fortified (MCF) (T4) fue la dosis determinante que influenció en el incremento del rendimiento ( $9,708.66 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) y del mayor Beneficio/Costo (1,29), repercutiendo en un mayor beneficio neto de S/. 2,082.35 Nuevos soles, respectivamente en el cultivo del ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), llevados a cabo en la localidad de Lamas.

**Palabras Claves:** ecotipo, tomate, dosis, tratamiento, Micromate Calcium fortified, incidencia, rendimiento, beneficio económico.

## SUMMARY

The present study aimed to evaluate and determine which dose Micromate Fortified Calcium affects the performance and economic benefits ecotype cultivation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Under the town of Lamas. The research was conducted on the grounds of the Fundo "The Pacific" owned by Mr. Jorge Luis Pelaez Rivera, politically located in the district of district, province of Lamas, San Martin Region. The statistical design of randomized complete block (RCBD) with three replications and five treatments was used. For analyzing the information obtained SPSS19 Statistical Software, which determines significant differences through a P-P value  $<0.01$  and  $P <0.05$  analysis of variance (ANOVA) and the Duncan test was used with a  $P <0.05$  probability. The treatments were: T1 (25 kg ha<sup>-1</sup>), T2 (50 kg ha<sup>-1</sup>), T3 (75 kg ha<sup>-1</sup>), T4 (100 kg ha<sup>-1</sup>) and T0 Micromate Calcium Fortified (Witness). The variables evaluated were: plant height (cm), number of flower clusters, number of flowers / cluster, fruit diameter (cm), fruit length (cm), fruit weight per plant per treatment, economic analysis. The results indicate that the dose of 100 kg ha<sup>-1</sup> Micromate Calcium Fortified (MCF) (T4) was the determining doses influenced the increase in yield (9708.66 kg ha<sup>-1</sup>) and higher benefit / cost ( 1.29), resulting in increased net profit of S / . 2082.35 soles respectively ecotype cultivation of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Held in the town of Lamas.

**Keywords:** ecotype, tomato, dosage, treatment, Calcium Micromate fortified, incidence, performance, economic benefit.

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Costos de producción por tratamiento

### Tratamiento 0

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Prep. del Terreno</b>					<b>680.00</b>
- Limpieza	Jornal	4	20.00	80.00	
- Alineamiento	Jornal	2	20.00	40.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
<b>2. Siembra</b>	Jornal	8	20.00	160.00	<b>160.00</b>
<b>3. Almacigo</b>	Jornal	5	20.00	100.00	<b>100.00</b>
<b>4. Labores culturales</b>					<b>680.00</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20.00	400.00	
- Abonamiento	Jornal	4	20.00	80.00	
- Riegos	Jornal	10	20.00	200.00	
<b>5. Cosecha</b>	Jornal	40	20.00	800.00	<b>800.00</b>
<b>6. Trasp. Y comer.</b>	kg	4145.11	0.10	414.51	<b>414.51</b>
<b>7. Insumos</b>					<b>2400.00</b>
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- Micromate Calcium Fortified	Kg	0	3.00	0.00	
<b>8. Materiales</b>					<b>120.00</b>
- Machetes	Unidad	4.00	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4.00	20.00	80.00	
<b>Sub. Total</b>					<b>5354.51</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>930</b>
<b>Costo Total</b>					<b>6284.51</b>

**Tratamiento 1**

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Prep. del Terreno</b>					<b>680.00</b>
- Limpieza	Jornal	4	20.00	80.00	
- Alineamiento	Jornal	2	20.00	40.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
<b>2. Siembra</b>	Jornal	8	20.00	160.00	<b>160.00</b>
<b>3. Almacigo</b>	Jornal	5	20.00	100.00	<b>100.00</b>
<b>4. Labores culturales</b>					<b>680.00</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20.00	400.00	
- Abonamiento	Jornal	4	20.00	80.00	
- Riegos	Jornal	10	20.00	200.00	
<b>5. Cosecha</b>	Jornal	40	20.00	800.00	<b>800.00</b>
<b>6. Trasp. Y comer.</b>	kg	4851.96	0.10	485.20	<b>485.20</b>
<b>7. Insumos</b>					<b>2475.00</b>
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- Micromate Calcium Fortified	Kg	25	3.00	75.00	
<b>8. Materiales</b>					<b>120.00</b>
- Machetes	Unidad	4.00	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4.00	20.00	80.00	
<b>Sub. Total</b>					<b>5500.20</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>930</b>
<b>Costo Total</b>					<b>6430.20</b>



**Tratamiento 2**

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Prep. del Terreno</b>					<b>680.00</b>
- Limpieza	Jornal	4	20.00	80.00	
- Alineamiento	Jornal	2	20.00	40.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
<b>2. Siembra</b>	Jornal	8	20.00	160.00	<b>160.00</b>
<b>3. Almacigo</b>	Jornal	5	20.00	100.00	<b>100.00</b>
<b>4. Labores culturales</b>					<b>680.00</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20.00	400.00	
- Abonamiento	Jornal	4	20.00	80.00	
- Riegos	Jornal	10	20.00	200.00	
<b>5. Cosecha</b>	Jornal	40	20.00	800.00	<b>800.00</b>
<b>6. Trasp. Y comer.</b>	kg	5746.77	0.10	574.68	<b>574.68</b>
<b>7. Insumos</b>					<b>2550.00</b>
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- Micromate Calcium Fortified	Kg	50	3.00	150.00	
<b>8. Materiales</b>					<b>120.00</b>
- Machetes	Unidad	4.00	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4.00	20.00	80.00	
<b>Sub. Total</b>					<b>5664.68</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>930</b>
<b>Costo Total</b>					<b>6594.68</b>

**Tratamiento 3**

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>C. Unit.</b>	<b>C. Parcial</b>	<b>C. Total</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Prep. del Terreno</b>					<b>680.00</b>
- Limpieza	Jornal	4	20.00	80.00	
- Alineamiento	Jornal	2	20.00	40.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
<b>2. Siembra</b>	Jornal	8	20.00	160.00	<b>160.00</b>
<b>3. Almacigo</b>	Jornal	5	20.00	100.00	<b>100.00</b>
<b>4. Labores culturales</b>					<b>680.00</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20.00	400.00	
- Abonamiento	Jornal	4	20.00	80.00	
- Riegos	Jornal	10	20.00	200.00	
<b>5. Cosecha</b>	Jornal	40	20.00	800.00	<b>800.00</b>
<b>6. Trasp. Y comer.</b>	kg	7425.92	0.10	742.59	<b>742.59</b>
<b>7. Insumos</b>					<b>2625.00</b>
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- Micromate Calcium Fortified	Kg	75	3.00	225.00	
<b>8. Materiales</b>					<b>120.00</b>
- Machetes	Unidad	4.00	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4.00	20.00	80.00	
<b>Sub. Total</b>					<b>5907.59</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>930</b>
<b>Costo Total</b>					<b>6837.59</b>



#### Tratamiento 4

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Prep. del Terreno</b>					<b>680.00</b>
- Limpieza	Jornal	4	20.00	80.00	
- Alineamiento	Jornal	2	20.00	40.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
<b>2. Siembra</b>	Jornal	8	20.00	160.00	<b>160.00</b>
<b>3. Almacigo</b>	Jornal	5	20.00	100.00	<b>100.00</b>
<b>4. Labores culturales</b>					<b>680.00</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20.00	400.00	
- Abonamiento	Jornal	4	20.00	80.00	
- Riegos	Jornal	10	20.00	200.00	
<b>5. Cosecha</b>	Jornal	40	20.00	800.00	<b>800.00</b>
<b>6. Trasp. Y comer.</b>	kg	9708.66	0.10	970.87	<b>970.87</b>
<b>7. Insumos</b>					<b>2700.00</b>
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- Micromate Calcium Fortified	Kg	100	3.00	300.00	
<b>8. Materiales</b>					<b>120.00</b>
- Machetes	Unidad	4.00	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4.00	20.00	80.00	
<b>Sub. Total</b>					<b>6210.87</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>930</b>
<b>Costo Total</b>					<b>7140.87</b>